

EVALUATION DE LA PRODUCTIVITE PRIMAIRE HERBACEE ANNUELLE AU SAHEL SENEGALAIS SAISON DES PLUIES 1986

par A. GASTON*, Kh. DIEYE*, J.C. BERGES* et J. CITEAU**

L'index de végétation, calculé d'après les rapports entre les canaux proche infrarouge et rouge (IR-R/IR+R) du satellite météorologique NOAA a fait l'objet depuis 1980 de nombreuses publications : nous ne reviendrons pas sur la méthodologie. Signalons toutefois les travaux concernant cette même zone du Sahel sénégalais (C.J. Tucker et al., 1983 ; A. Gaston et al., 1983 ; C.L. Vanpraet et al., 1983 ; C.J. Tucker et al., 1985).

Les résultats présentés sont issus de la collaboration entre le Service d'Agrostologie du Laboratoire National de l'Elevage (LNERV), dépendant de l'Institut Sénégalais de la Recherche Agricole (ISRA), et de l'Unité de Traitement d'Imagerie Satellitaire (UTIS), structure conjointe ISRA/ORSTOM.

1. Matériel et méthodes

Ils concernent la zone dite du Ferlo, au nord du Sénégal, limitée par les isohyètes 200 et 400 mm. Du point de vue végétation, c'est une steppe arbustive claire à épineux et tapis herbacé annuel du secteur phytogéographique sahélo-saharien, l'élevage extensif étant l'activité dominante. Les types de pâturages ou de parcours ont été décrits et cartographiés à 1/200.000 par J. Valenza et A.K. Diallo (1972).

Le Ferlo comprend deux grandes entités pédologiques : le Ferlo dit « sableux », ce sont les 2/3 nord-est, et le Ferlo dit « ferrugineux », c'est le 1/3 sud-ouest.

Les parcours de type Ps sur substrat sableux à sablo argileux et du type Pa sur substrat sablo argileux à argilo sableux occupent la plus grande surface du Ferlo, environ 80 % du Ferlo sableux.

Le parcours A sur substrat argilo sableux à argileux n'occupe que quelques creux interdunaires et petites vallées de l'ensemble du Ferlo.

Le parcours G sur sols squelettiques représente environ 10 % du Ferlo sableux (G 8) et la quasi-totalité du Ferlo ferrugineux (G 1).

Le parcours D sur substrat sableux représente environ 10 % du Ferlo sableux, il est surtout localisé au nord nord-ouest de Dahra.

Les travaux de terrain réalisés à la fin de la saison des pluies 1986, du 1^{er} octobre au 10 novembre, consistaient à mesurer la biomasse épigée des herbacées annuelles. Les sites de prélèvements, 210 au total, ont été choisis en tenant compte des types de pâturages. Les prélèvements sont pesés en vert, un échantillon moyen par site est ramené au laboratoire et séché à l'étuve à 105° pendant 24 heures ce qui permet d'évaluer le poids d'eau et d'exprimer le rendement en kg de matière sèche (M.S.) à l'hectare.

Sur le terrain, on recueille les données pluviométriques auprès des diverses structures qui effectuent de telles mesures ; elles sont complétées à Dakar par celles fournies par la Météorologie nationale. Pour 1986, on possède les données journalières de 35 postes, répartis sur 30.000 km².

* A. GASTON, Kh. DIEYE, ISRA Laboratoire National de l'Elevage et de Recherches Vétérinaires, BP 2057, Dakar.

** J.C. BERGES, J. CITEAU, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, BP 2241, Dakar.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

Sommairement, la saison des pluies 1986 au Ferlo se caractérise par :

- une pluie généralisée les 9 et 10 juillet (20 à 30 mm),
- un épisode sec jusqu'au 25-30 juillet,
- une reprise des pluies jusqu'au 15-17 août,
- un épisode pratiquement sec jusqu'à fin août,
- une reprise des pluies tout le mois de septembre et jusqu'au début octobre.

Ce processus est bien traduit par les mouvements observés en 1986 d'un signal climatique à grande échelle, la Zone Intertropicale de Convergence (ZITC) : J. Citeau et al. (1986), Fig. 1. Ces événements pluviométriques vont conditionner le développement du tapis végétal.

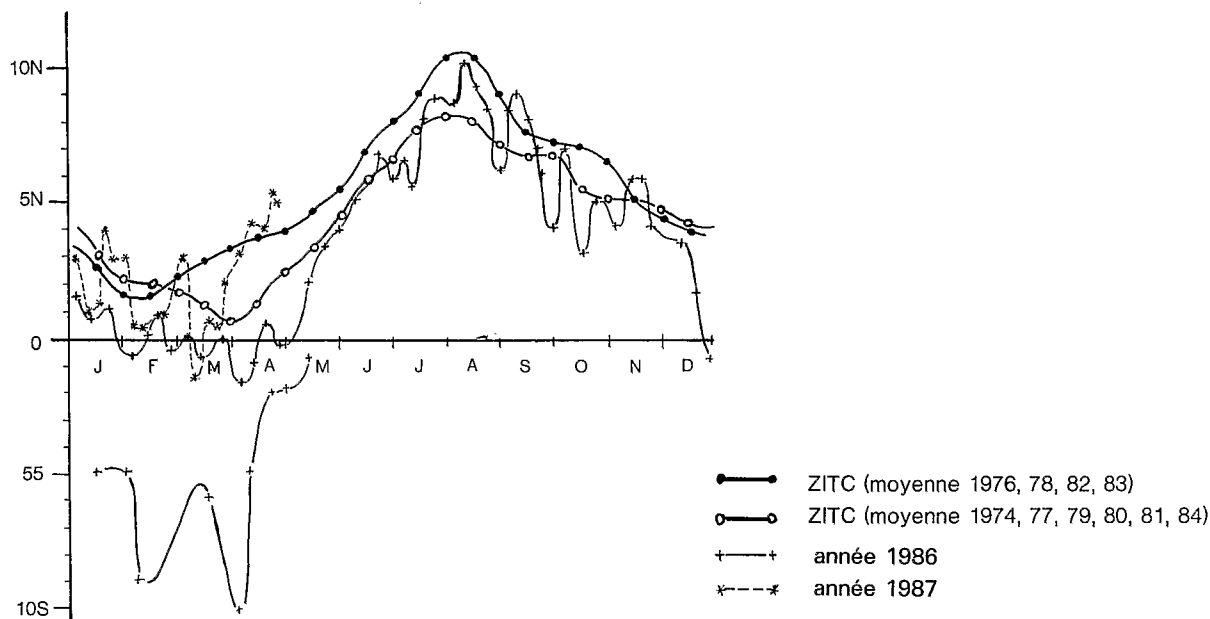


Figure 1. — POSITION DE LA ZITC LE LONG DE 28°W.

2. Imagerie satellitaire

2.1. Acquisition

Les données brutes proviennent de la station de réception de Mas Palomas aux Canaries, les dates ont été choisies en tenant compte des divers épisodes de la saison des pluies :

- début de saison des pluies, image du 11 juillet,
- milieu de saison des pluies, images des 14 et 15 août,
- fin de saison des pluies, images des 20, 22, 23 septembre.

2.2. Traitement

Les scènes NOAA sont fournies par la station de réception sous forme de données brutes HRPT (High Resolution Picture Transmission), mixant les informations des différents capteurs. Ces données doivent être d'abord analysées par un logiciel de prétraitement. Les prétraitements comprennent plusieurs opérations de mise en forme parmi lesquelles les redressements vont avoir une importance particulière. En effet, à l'échelle de prise de vue d'un satellite météorologique, la projection propre du satellite diffère notablement des projections géographiques. Par ailleurs, dans le cas d'un satellite défilant comme NOAA, les différentes orbites ne sont pas superposables. Aussi, il faut ramener les mesures radiométriques en coordonnées géographiques, tant pour produire une synthèse multitemporelle que pour comparer aux données de terrain. Afin de mener à bien ces calculs, les programmes développés à UTIS utilisent les paramètres orbitaux et les coordonnées géographiques, repérées préalablement, d'un pixel remarquable.

Ces opérations étant réalisées, l'index de végétation, pour une date donnée est calculé par combinaison des canaux AVHRR 1 et 2. Les cartes définitives sont produites par synthèse de l'index de végétation sur plusieurs jours consécutifs. Ce procédé permet de minimiser le couvert nuageux et atténue les perturbations atmosphériques.

Le résultat visuel de ce traitement se présente sous forme d'une « carte » obtenue avec une imprimante à jet d'encre. On a choisi pour des raisons de commodité, l'échelle du 1/1.000.000 et découpé l'intervalle de l'index qui varie de 0 (en réalité de 0,10) à 0,50 en 10 classes (de 0,05 en 0,05). A chacune de ces classes on attribue un niveau de gris pour la visualisation cartographique (1).

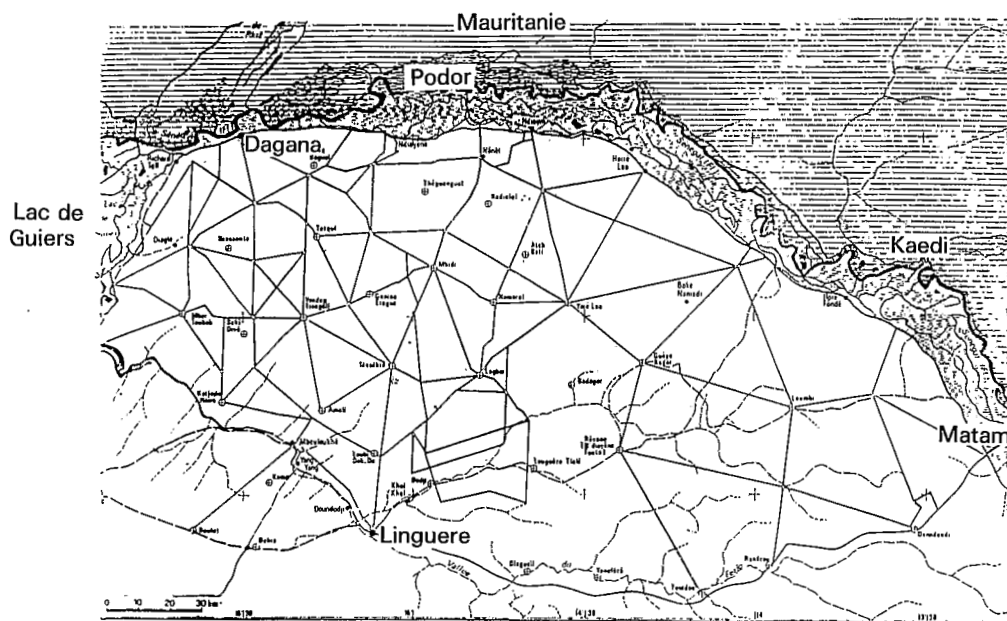


Fig. 2 a. —
**LOCALISATION
DE L'ETUDE.**

Les 3 cartes obtenues pour chacune des périodes de la saison des pluies peuvent être comparées aux isohyètes cumulées :

— l'image à la date du 11 juillet (*fig. 2 b*), enregistrée après les pluies des 9 et 10 ne montre aucune trace d'activité chlorophyllienne pour le Ferlo. L'intervalle entre la pluie et l'enregistrement est évidemment trop court pour qu'il y ait germination des herbacées annuelles mais on peut considérer que les 20-30 mm ont lavé les feuilles des ligneux de la poussière accumulée au cours de la saison sèche, or malgré cela, il n'y a pas de signature spectrale. On peut donc conclure que les ligneux du Ferlo ne « marquent » pas en début de saison des pluies.

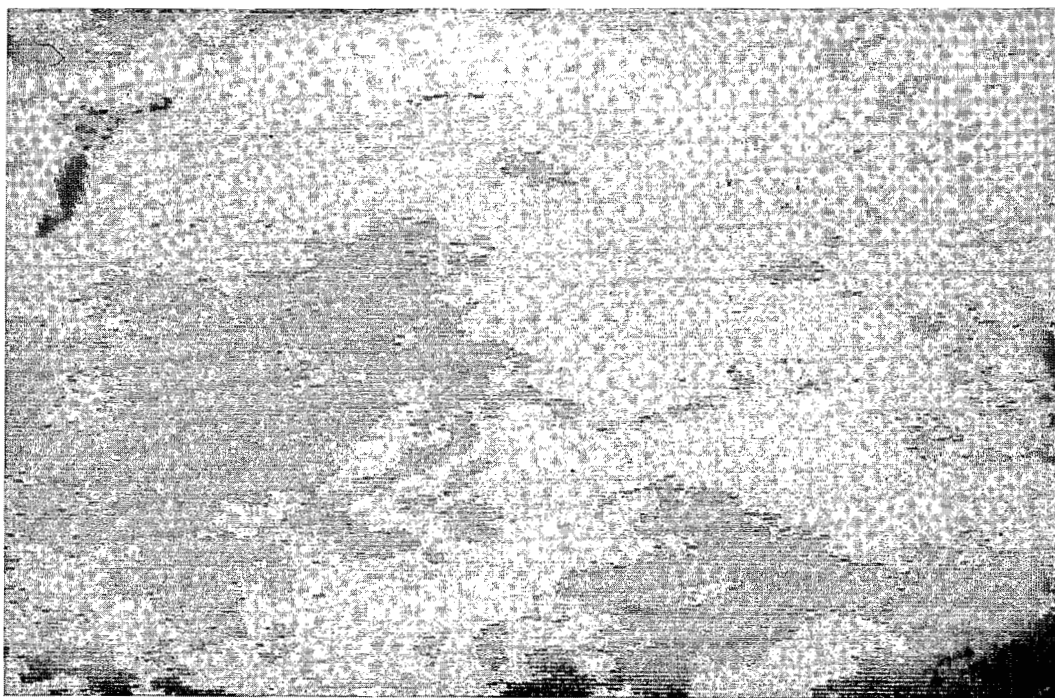


Fig. 2 b. — **INDEX DE VEGETATION JUILLET 86.** L'amplitude des valeurs observées de l'index de 0 à 0,45 a été répartie par plages égales, du minimum, représenté en gris clair (fleuve Sénégal) à la valeur maximale (noir). L'eau (lac de Guiers, fleuve Sénégal) apparaît en noir.

(1) Pour des raisons d'économie, les documents originaux, en couleur, n'ont pu être reproduits en l'état. Les photographies noir et blanc sont évidemment moins parlantes. Que les auteurs et les lecteurs veuillent bien nous excuser.

— l'image de synthèse des 14 et 15 août (*fig. 2 c*) montre que seule la partie sud ouest du Ferlo qui a reçu plus de 100 mm cumulés présente une activité chlorophyllienne.

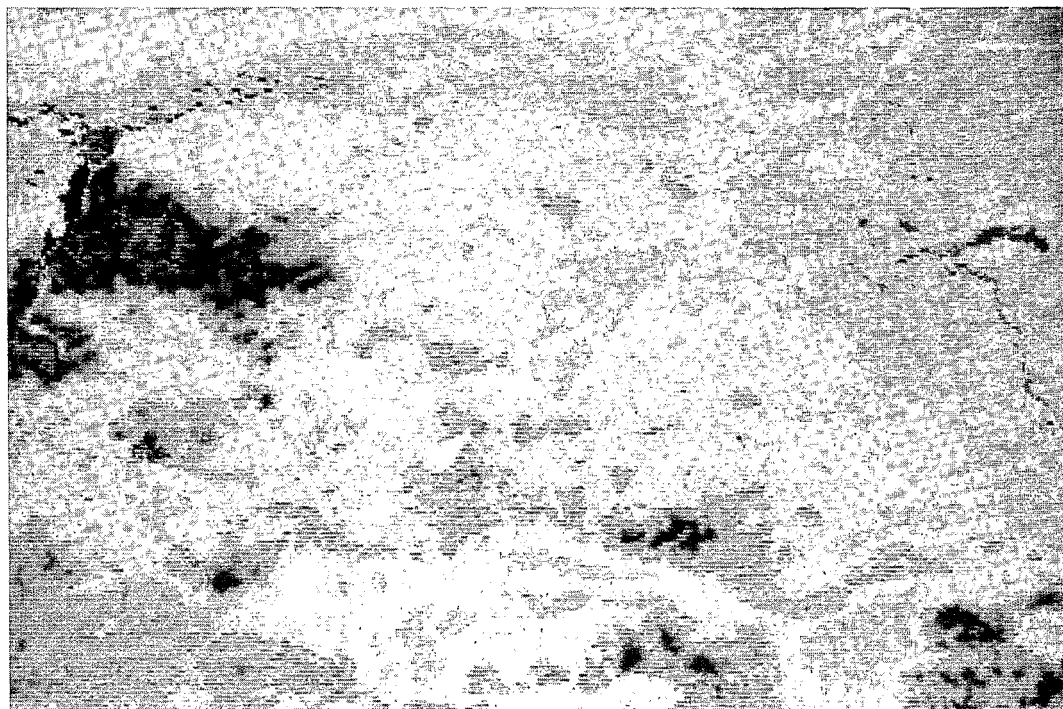


Fig. 2 c. — **INDEX DE VEGETATION AOUT 86.**

— l'image de synthèse des 20, 22, 23 septembre (*fig. 2 d*) enregistrée après des cumuls de 200 à 300 mm présente une activité chlorophyllienne sur toute l'étendue de la zone.

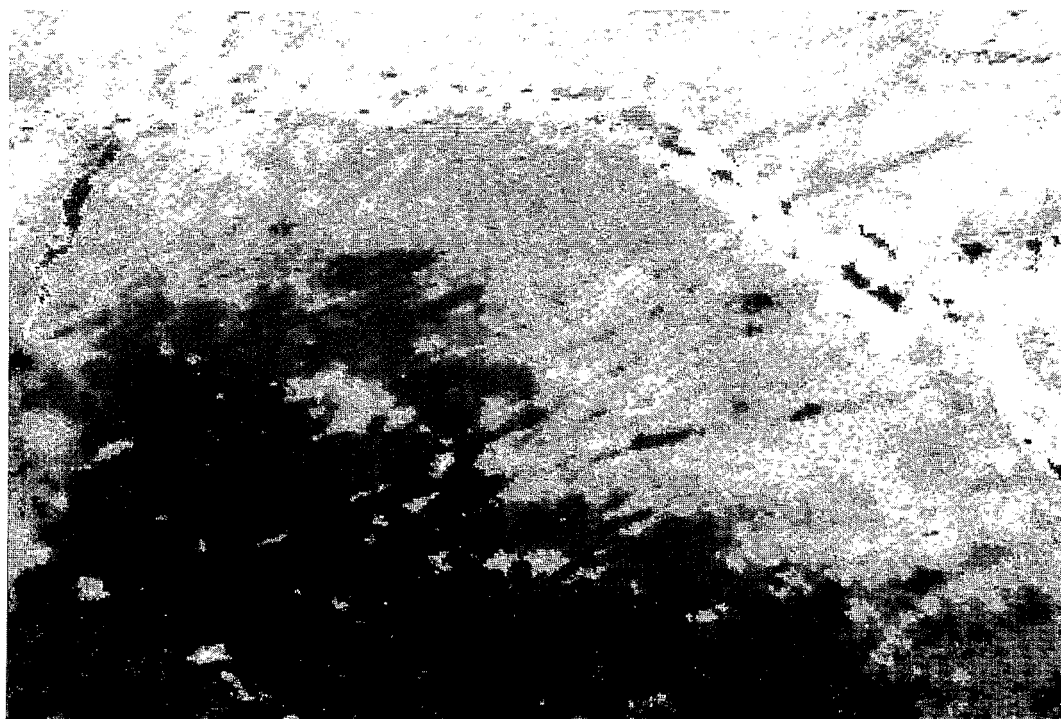


Fig. 2 d. — **INDEX DE VEGETATION SEPTEMBRE 86.**

Les 208 biomasses, ainsi que toutes les caractéristiques des prélèvements ont été introduites dans un ordinateur. Pour chacune d'elles, on possède par type de parcours un listing comprenant :

- coordonnées,
- biomasse verte, p. 100 d'eau, biomasse sèche,
- valeur de l'index pour le pixel correspondant aux coordonnées, valeurs en filtrage 3, 5 et 7.

Un traitement simple permet d'établir une relation entre la biomasse exprimée en kg de M.S./ha et les 10 classes d'index. Plusieurs possibilités s'offraient compte tenu des différences entre les 5 grands types de parcours décrits par J. Valenza et A.K. Diallo :

- relations toutes données confondues,
- relations pour les types Pa et Ps dominants géographiquement,
- relations pour chacun des types (Pa, Ps, A, G, D).

Les résultats sont présentés dans la figure 3.

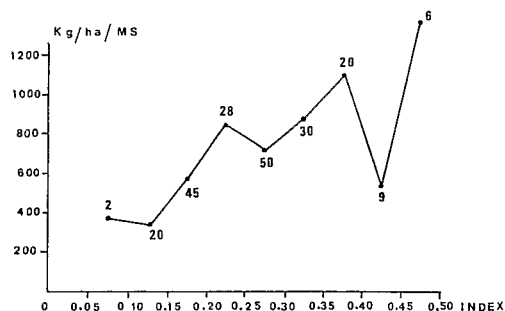


Fig. 3 a. — **ENSEMBLE DES DONNEES** (Pa, Ps, A, G, D) : 210.

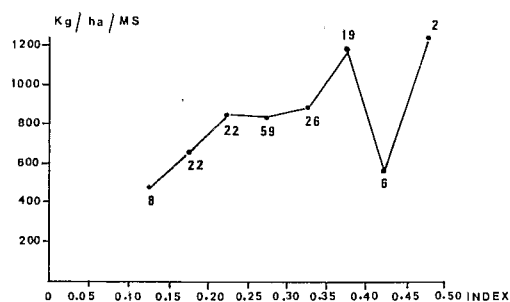


Fig. 3 b. — **ENSEMBLE DES DONNEES Pa et Ps** : 144.

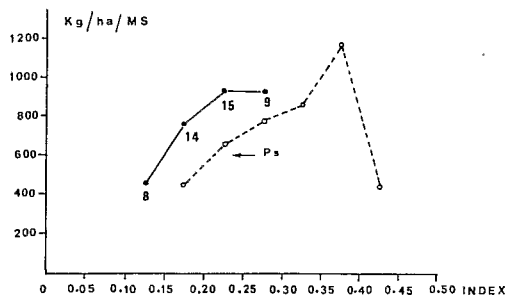


Fig. 3 c. — **DONNEES Pa** : 46.

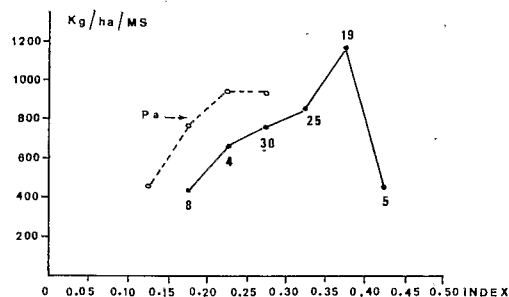


Fig. 3 d. — **DONNEES Ps** : 94.

Figure 3. — **1986 RELATIONS INDEX DE VEGETATION-BIOMASSE AU FERLO (SENEGAL)**, pour l'ensemble et par types de substrats. Le nombre de mesures est porté sur le graphique, on a éliminé les points correspondant à 1 seule mesure.

2.2.1. Relations toutes données confondues :

(Fig. 3 a, 210 mesures). On y observe des situations de faibles valeurs de biomasse lorsque l'index est compris entre 0,25 et 0,30 et entre 0,40 et 0,45.

2.2.2. Relations pour les types Pa et Ps :

(Fig. 3 b, 144 mesures). Les faibles valeurs de biomasse pour l'intervalle de l'index entre 0,25 et 0,30 diminuent, et il apparaît un palier entre 0,20 et 0,35 correspondant à 800 kg/ha de M.S. Cependant, il reste 6 faibles valeurs de biomasse pour l'intervalle de l'index compris entre 0,40 et 0,45.

2.2.3. Relations pour le type Pa :

(Fig. 3 c, 46 mesures). Le palier entre 0,20 et 0,30 se maintient ; au-delà, il n'y a pas de mesures.

2.2.4. Relations pour le type Ps :

(Fig. 3 d, 94 mesures). Il n'y a plus de palier, il y a une relation croissante entre index et biomasse, cependant entre 0,40 et 0,45 subsistent 5 mesures de faible valeur.

2.2.5. Relations pour le type G :

Si l'on considère les 19 mesures effectuées sur le type G 1 (sol squelettique cuirassé du Ferlo ferrugineux) elles se placent très nettement au-dessous de celles correspondant au Ps.

Si l'on considère les 10 mesures effectuées sur le substrat G 8 (sol gravillonnaire, intercalé dans le Pa), elles sont très proches de celles du Pa.

2.2.6. Relations pour les types A, D. Le nombre de mesures par type de parcours est insuffisant pour établir des relations valables.

2.3. Analyse des résultats

Le simple examen visuel des 4 graphiques montre que les relations entre index et biomasse sont meilleures si l'on travaille par type de parcours, et que les types Pa et Ps pour lesquels on a suffisamment de mesures ont chacun une relation qui leur est propre.

La différence entre Pa et Ps est confirmée et mise en évidence par l'analyse granulométrique et la caractérisation hydrodynamique in situ par la méthode du Muntz Géant (P. Zante et Kh. Dièye, 1985). Les résultats obtenus montrent que dans les 50 premiers centimètres, les parcours Pa présentent des réserves utiles (41,5 mm), plus favorables que celles des parcours Ps (35 mm). En effet, ceux-ci sont des sols sableux à sablo argileux, tandis que les sols Pa sont sablo argileux à argileux.

En ce qui concerne les 5 valeurs faibles de Ps, l'examen de la composition floristique des relevés, groupés dans le sud du Ferlo sableux, près de Dek Do, montre que la strate herbacée annuelle était dominée par *Zornia glochidiata*, légumineuse qui perd ses feuilles à la dessiccation. Lors des mesures de biomasse, la productivité a été sous-estimée.

Dans le cas de G 1, les 19 mesures effectuées dans le Ferlo ferrugineux, caractérisé par une couverture ligneuse assez dense se rapprochant de ce que l'on appelle la brousse tigrée avec un tapis herbacé clair, bien qu'insuffisantes, montrent clairement qu'à réponse radiométrique égale, le parcours sur substrat G 1 a une biomasse plus faible d'environ 200 kg/ha par rapport au Ps et d'environ 400 kg/ha par rapport au Pa, plus du simple au double. Il est probable que pour G 1 la valeur de l'index de végétation inclue la réponse des ligneux, qui ont développé une activité chlorophyllienne au cours de la saison des pluies.

Dans le cas du parcours G 8, les 10 mesures se situent près des points du graphique Pa. Les végétations Pa et G 8 sont physionomiquement très proches et à faible couvert ligneux.

3. Conclusions

Les résultats présentés montrent que les relations index biomasse doivent être établies par type de parcours, donc par type de substrat et que la strate ligneuse a certainement une influence sur l'index de végétation, au moins dans la partie désignée sous le nom de Ferlo ferrugineux. A l'avenir, les mesures porteront sur les types Pa, Ps, D et G ; pour ce dernier, on fera la distinction entre G 1, qui occupe la quasi totalité du Ferlo ferrugineux et G 8 situé dans la bordure nord du Ferlo sableux, avec le Pa. Ces différentes relations imposeront une interprétation « biomasse » plus élaborée que celle qui avait été faite jusqu'à présent, avant une diffusion aux utilisateurs.

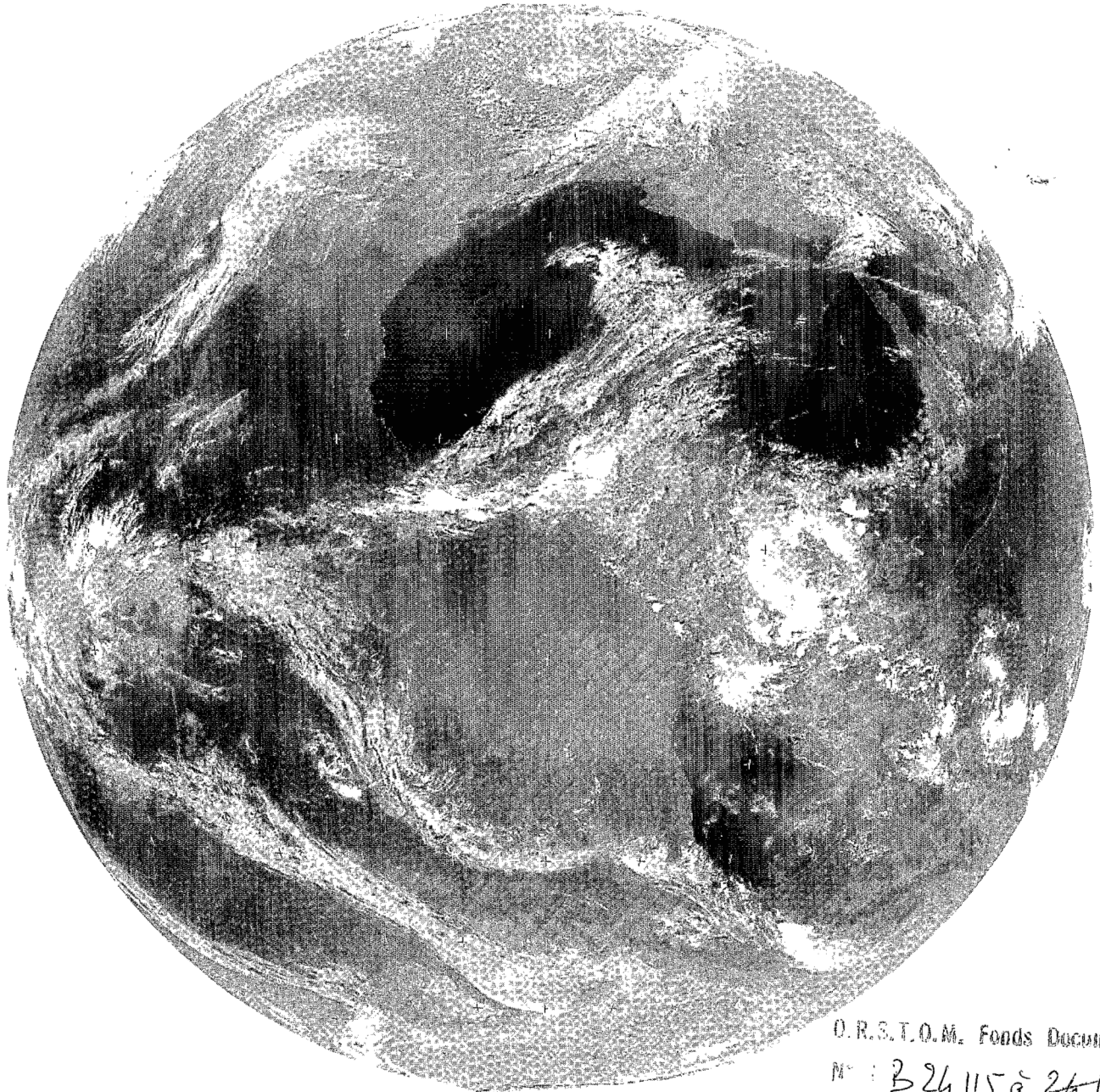
BIBLIOGRAPHIE

- CITEAU J., et al., 1986 — Position de la ZITC à 28° W. et température de la surface de la mer. Veille climatique satellitaire, n° 15, p. 3-4, novembre 1986.
- GASTON A. et al., 1983 — Utilisation des images NOAA 7 pour l'estimation de la production primaire au Ferlo. Saisons des pluies 1980 à 1983. Communication présentée au Colloque « Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des Ecosystèmes pastoraux sahéliens ; applications au développement ». Dakar 16-18 novembre 1983.
- TUCKER C.J. et al., 1983 — Satellite remote sensing of total dry mater production in the senegalese sahel. Remote sensing of environment 13 : pp. 461-474.
- TUCKER C.J. et al., 1985 — Satellite remote sensing of total herbaceous production in senegalese sahel : 1980-1984. Remote sensing of environment 17 : pp. 233-249.
- VALENZA J., DIALLO A.K., 1972 — Etude des pâturages naturels du nord Sénégal. Etude agrostologique n° 34. Maisons-Alfort I.E.M.V.T., Dakar L.N.E.R.V., 311 p. 1 carte polychrome à 1/200.000 en 3 coupures.
- VANPRAET C.L. et al., 1983 — Utilisation des images NOAA pour l'estimation de la productivité primaire en milieu sahélien. Actes du colloque « Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des Ecosystèmes pastoraux sahéliens ; applications au développement ». pp. 299-319, Dakar, 16-18 novembre 1983.
- ZANTE P., DIEYE Kh., janvier 1985 — Caractéristiques hydriques des sols de trois types de parcours du Ferlo sableux. Dakar ORSTOM, Dakar ISRA/LNERV, 54 pages.

Ministère de la Coopération

VEILLE CLIMATIQUE SATELLITAIRE

METEOROLOGIE NATIONALE CMS LANNION - METEOSAT 2 - AIVH 28/ 3/87 12H00TU IR



O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : B24115 à 24123
Cote : ca 1